

**RANCANG BANGUN ANTENA MONOPOLE *MULTIBAND* UNTUK APLIKASI
LONG TERM EVOLUTION (LTE) DAN *WIRELESS FIDELITY (WI-FI)***

Oleh

Fairuz Khansa Herrianshah

NIM: 612014067



Skripsi

Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

September 2018

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Fairuz Khansa Herrianshah

NIM : 612014067

JUDUL SKRIPSI : Rancang Bangun Antena Monopole *Multiband* untuk Aplikasi *Long Term Evolution* (LTE) dan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi)

Menyatakan bahwa skripsi tersebut di atas bebas plagiat. Apabila ternyata ditemukan unsur plagiat di dalam skripsi saya, maka saya bersedia mendapatkan sanksi apapun sesuai aturan yang berlaku.

Salatiga, September 2018



Fairuz Khansa Herrianshah

1956



PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FAIRUZ KHANSA HERRIANSHAH
NIM : 612014067 Email : 612014067@student.uksw.edu
Fakultas : TEKNIK ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Judul tugas akhir : RANCANG BANGUN ANTENA MONOPOLE MULTIBAND
UNTUK APLIKASI LONG TERM EVOLUTION (LTE) DAN
WIRELESS FIDELITY (WIFI)
Pembimbing : 1. EVA YOVITA OWI UTAMI, M.T
2. Ir. F. DALU SETIAJI, M.T

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Satya Wacana.

Salatiga, 25 SEPTEMBER 2018



FAIRUZ KHANSA HERRIANSHAH



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS
UNIVERSITAS KRISTEN SATYA WACANA
Jl. Diponegoro 52 - 60 Salatiga 50711
Jawa Tengah, Indonesia
Telp. 0298 - 321212, Fax. 0298 321433
Email: library@adm.uksw.edu ; http://library.uksw.edu

PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FAIRUZ KHANSA HERRIANSHAH
NIM : 612014067 Email : 612014067@student.uksw.edu
Fakultas : TEKNIK ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER Program Studi : TEKNIK ELEKTRO
Judul tugas akhir : RANCANG BANGUN ANTENA MONOPOLE MULTIBAND
UNTUK APLIKASI LONG TERM EVOLUTION (LTE) DAN
WIRELESS FIDELITY (WIFI)

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif** kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

- ☐ a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA
- ☒ b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA**

* Hak yang tidak terbatas hanya bagi satu pihak saja. Pengajar, peneliti, dan mahasiswa yang menyerahkan hak non-eksklusif kepada Repositori Perpustakaan Universitas saat mengumpulkan hasil karya mereka masih memiliki hak copyright atas karya tersebut.

** Hanya akan menampilkan halaman judul dan abstrak. Pilihan ini harus dilampiri dengan penjelasan/ alasan tertulis dari pembimbing I dan diketahui oleh pimpinan fakultas (dekan/kaprodi).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Salatiga, 25 SEPTEMBER 2018

1956

Mengetahui,

Tanda tangan & nama terang pembimbing I

FAIRUZ KHANSA H.
Tanda tangan & nama terang mahasiswa

F. Dahm Setiaji
Tanda tangan & nama terang pembimbing II

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Eva Yovita Dwi Utami, M.T.

NIP : 2005038

Selaku pembimbing mahasiswa di bawah ini,

Nama : Fairuz Khansa Herrianshah

NIM : 612014067

Judul Skripsi : Rancang Bangun Antena Monopole *Multiband* Untuk Aplikasi *Long Term Evolution* (LTE) dan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi)


Menerangkan bahwa karya tugas akhir tersebut di atas tidak diijinkan diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA dengan alasan karena karya tersebut akan dibuat hak cipta.

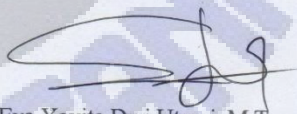
Demikian keterangan ini dibuat dengan sebenarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Salatiga, 26 September 2018

Mengetahui,

Yang menerangkan,


Andreas Febrianto, M.T.
Kaprodi Teknik Elektro


Eva Yovita Dwi Utami, M.T.
Pembimbing I

**RANCANG BANGUN ANTENA MONOPOLE *MULTIBAND* UNTUK APLIKASI
LONG TERM EVOLUTION (LTE) DAN *WIRELESS FIDELITY* (WI-FI)**

Oleh

Fairuz Khansa Herrianshah

NIM: 612014067

Skripsi ini telah diterima dan disahkan
Untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh

Gelar Sarjana Teknik

Dalam

Konsentrasi Telekomunikasi

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer

Universitas Kristen Satya Wacana

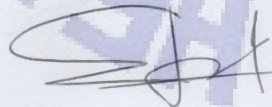
Salatiga

Disahkan oleh :

1956

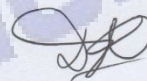
Pembimbing I

Pembimbing II



Eva Yovita Dwi Utami, M.T.

Tanggal : 24/09/2018



Ir. F. Dalu Setiaji, M.T.

Tanggal : 24/09/2018

INTISARI

Antena merupakan salah satu bagian yang berperan penting dalam perkembangan teknologi telekomunikasi pada perangkat seluler. Antena pada perangkat seluler dituntut untuk dapat mengikuti perkembangan perangkat seluler yang dimensinya semakin tipis, ringan dan kecil namun mampu bekerja secara *multiband*. Antena mikrostrip adalah antena yang memenuhi kriteria tersebut.

Pada skripsi ini dirancang antena mikrostrip dengan *patch* berbentuk monopole yang dapat bekerja secara *multiband* yaitu pada frekuensi 1,8 GHz (LTE) dan 2,45 GHz, 5,25 GHz (Wi-Fi) dengan *return loss* ≤ -10 dB dan mempunyai *gain* minimal 2 dB. Pada pencatutan digunakan teknik pencatutan *coplanar waveguide* sehingga mudah diaplikasikan pada antena mikrostrip. Simulasi antena menggunakan *software High Frequency Structure Simulator* (HFSS) versi 13.

Dari hasil pengukuran, antena monopole *multiband* yang telah direalisasikan mampu bekerja pada rentang frekuensi 1,805-1,880 GHz, 2,4-2,4835 GHz dan 5,150-5,350 GHz dengan *return loss* ≤ -10 dB dan memiliki pola radiasi omnidireksional. *Gain* yang dihasilkan pada frekuensi 1,8 GHz, 2,45 GHz dan 5,25 GHz sebesar 3,336 dB, 5,451 dB dan 2,106 dB. *Return loss* dan VSWR pada frekuensi 1,8 GHz sebesar -10,731 dB dan 1,819, pada frekuensi 2,45 GHz sebesar -19,368 dB dan 1,241, pada frekuensi 5,25 GHz sebesar -13,602 dB dan 1,523.

Kata Kunci: Antena, *Multiband*, LTE, Wi-Fi

Mengetahui,

Mengesahkan,

Penyusun,

Hartanto K. Wardana, M.T.

Eva Yovita Dwi Utami, M.T.

Fairuz Khansa Herrianshah

ABSTRACT

Antenna is one of an important part in development of telecommunications technology on mobile devices. Antenna on mobile devices is needed to be able to keep up with the development of mobile device where the dimension is getting thinner, lighter in weight and smaller but can work at multiple frequency bands. In this case, microstrip antenna is able to fulfill those criterias.

In this final project, a microstrip antenna with monopole patch that can work with multiple frequency bands at frequency of 1.8 GHz (LTE) and 2.45 GHz, 5.25 GHz (Wi-Fi) with return loss ≤ -10 dB and minimal gain of 2 dB has been designed and fabricated. A coplanar waveguide is used in transmission line technique so it is easily applied to microstrip antenna. The simulation used *High Frequency Structure Simulator* (HFSS) versi 13 as the software.

The measurement result shows that the fabricated multiband monopole antenna operates at range frequency of 1.805-1.880 GHz, 2.4-2.4835 GHz and 5.150-5.350 GHz with *return loss* ≤ -10 dB and omnidirectional radiation pattern. This antenna has gain of 3.336 dB at 1.8 GHz, 5.451 dB at 2.45 GHz and 2.106 dB at 5.25 GHz. Return loss and VSWR at frequency of 1.8 GHz are -10.731 dB and 1.819, at 2.45 GHz frequency are -19.368 dB and 1.241, at 5.25 GHz frequency are -13.602 dB and 1.523.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan kuasa-Nya, penulis dapat menempuh pendidikan hingga di penghujung perkuliahan. Saat ini penulis dapat menyelesaikan perancangan serta penulisan skripsi sebagai syarat kelulusan di Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer Universitas Kristen Satya Wacana.

Penulis berharap laporan yang penulis susun ini bermanfaat bagi pembaca yang mana nantinya dapat digunakan sebaik-baiknya. Tidak hanya itu, semoga nantinya laporan ini dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga di capai teknologi tepat guna dan efisien untuk diaplikasikan ke dalam kehidupan sehari-hari khususnya di bidang telekomunikasi. Tanpa mengurangi rasa hormat, pada kesempatan ini penulis juga hendak mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang baik secara langsung maupun tidak telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

1. Soedarti, Hascaryo Sumardjo dan Alm.Hernowo Sumardjo selaku orang tua penulis serta kakak dan adik, Faishal Raihan Herrianshah dan Fariza Nurahma yang selalu mendukung, menyayangi dan mendoakan penulis dalam segala hal.
2. Ibu Eva Yovita Dwi Utami, M.T. selaku pembimbing I yang sudah membantu dan meluangkan waktunya untuk memberi bimbingan, masukan dan kritik kepada penulis selama mengerjakan skripsi ini.
3. Bapak Ir. F. Dalu Setiaji, M.T. selaku pembimbing II, yang sudah memberikan waktu untuk memberi bimbingan, saran dan kritik kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
4. Jung-Chieh Chen selaku teman yang telah membimbing, membantu dan memfasilitasi penulis selama mengerjakan perancangan skripsi.
5. Kevin Cornelio Wibowo yang merupakan seorang pria yang telah bersedia menjadi tempat keluh kesah penulis serta *support* yang telah diberikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

6. Karunia Elisabeth Bulamey, Stefanus Yoga Pratama Cahyanto, Kristiani Pingkan Najoan, Alethea Elisabeth Arimurti sebagai *human daily* penulis, sahabat terbaik dalam menyupport, memotivasi penulis dan menghilangkan stress dikala penulis sedang jenuh.
7. Elisa Kurniawan, Johanes Nico Sukamto dan Hendri Raharjo yang merupakan sahabat dalam memberi semangat dan saran ketika penulis sedang galau.
8. Ko Iok, Ko Fendy, Ko Jerry, Ko Jefry, Ko David, Kak Yeremi, Kak Belinda, Kak Nana, Ci Lala, Youngky, Al, Cornel, dan Joy yang merupakan sahabat sekaligus keluarga besar kost BS 14 Salatiga. Atas seluruh hiburan, suka duka, semangat, motivasi dan cerita yang tidak terlupakan bersama kalian.
9. Devi Larasati, Ama Amalia adalah sahabat terbaik penulis sejak dari SMP hingga sekarang yang selalu mendukung, menasihati dan menghibur penulis.
10. Semua teman-teman angkatan 2014 yang telah menjadi sebuah tim terhebat maupun keluarga bagi penulis yang selalu ada dalam susah maupun senang.
11. Seluruh dosen, karyawan, laboran FTEK dan staff TU yang telah mendukung, membantu dan serta memfasilitasi penulis selama belajar di FTEK UKSW.
12. Berbagai pihak yang tidak dapat dituliskan satu persatu, penulis mengucapkan terimakasih.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata kesempurnaan karena keterbatasan yang penulis miliki. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca demi perbaikan di masa yang akan datang. Dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis dan dapat berguna bagi kemajuan teknik telekomunikasi.

Salatiga, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

INTISARI	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Tujuan	1
1.2. Latar Belakang	1
1.3. Spesifikasi Alat	2
1.4. Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Antena	4
2.1.1. Antena Mikrostrip	4
2.1.2. Antena Monopole	5
2.2. Coplanar Waveguide	6
2.3. Parameter Antena	9
2.3.1. Impedansi Masukan	9
2.3.2. <i>Return Loss</i>	9
2.3.3. <i>Voltage Standing Wave Ratio</i> (VSWR)	10
2.3.4. <i>Bandwidth</i>	10
2.3.5. <i>Gain</i> Antena	11
2.3.6. Pola Radiasi	11
2.4. Prosedur Pengukuran Antena	12
2.4.1. Pengukuran <i>Port</i> Tunggal	12
2.4.2. Pengukuran <i>Gain</i>	13

2.4.3. Pengukuran Pola Radiasi	14
BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI	15
3.1. Peralatan yang Digunakan	15
3.1.1. Perangkat Keras	15
3.1.2. Perangkat Lunak	16
3.2. Perancangan Antena Monopole <i>Multiband</i>	16
3.3.1. Diagram Alir Perancangan.....	16
3.3.2. Spesifikasi Antena	18
3.3.3. Perancangan Dimensi <i>Patch</i> Antena	19
3.3.4. Simulasi	24
3.3.5. Optimasi Antena	25
3.3.5.1. Modifikasi Dimensi L_3	26
3.3.5.2. Modifikasi Dimensi L_6	27
3.3.5.3. Modifikasi Dimensi L_7	29
3.3.6. Hasil Simulasi	31
3.3.6.1. Return Loss	31
3.3.6.2. VSWR.....	32
3.3.6.3. Smith Chart	32
3.3.6.4. Gain	33
3.3.6.5. Pola Radiasi	34
BAB IV PENGUKURAN DAN ANALISIS	37
4.1. Hasil Pengukuran Parameter Antena	37
4.1.1. Pengukuran <i>Return Loss</i> , <i>VSWR</i> dan <i>Impedansi</i>	38
4.1.1.1. Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i>	38
4.1.1.2. Hasil Pengukuran <i>VSWR</i>	39
4.1.1.2. Hasil Pengukuran <i>Impedansi</i>	40
4.1.2. Pengukuran <i>Gain</i>	40
4.1.3. Pengukuran Pola Radiasi	42
4.2. Analisis Hasil Pengukuran	46
4.2.1. Analisis Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> , <i>VSWR</i> , <i>Impedansi</i> dan <i>Bandwidth</i>	46
4.2.2. Analisis Hasil Pengukuran <i>Gain</i> dan Pola Radiasi.....	49
4.3. Analisis Kesalahan Umum.....	53

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambaran Umum Antena Mikrostrip[7]	4
Gambar 2.2 Bentuk <i>Patch</i> [7]	5
Gambar 2.3 Struktur <i>Coplanar Waveguide</i> [10]	7
Gambar 2.4 <i>Coplanar Waveguide</i>	8
Gambar 2.5 Konfigurasi pengukuran <i>port</i> tunggal	12
Gambar 2.6 Konfigurasi pengukuran <i>gain</i> antena	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan	17
Gambar 3.2 Coplanar Waveguide	21
Gambar 3.3 Bentuk Hasil Perancangan Antena	23
Gambar 3.4 <i>Return Loss</i> Simulasi Awal	24
Gambar 3.5 VSWR Simulasi Awal	25
Gambar 3.6 <i>Smith Chart</i> Simulasi Awal	25
Gambar 3.7 <i>Return Loss</i> dari Modifikasi L_3	26
Gambar 3.8 VSWR dari Modifikasi L_3	26
Gambar 3.9 <i>Return Loss</i> dari Modifikasi L_6	27
Gambar 3.10 VSWR dari Modifikasi L_6	28
Gambar 3.11 <i>Return Loss</i> dari Modifikasi L_7	29
Gambar 3.12 VSWR dari Modifikasi L_7	29
Gambar 3.13 <i>Return Loss</i>	31
Gambar 3.14 VSWR	32
Gambar 3.15 <i>Smith Chart</i>	33
Gambar 3.16 <i>Gain</i>	33
Gambar 3.17 Pola Radiasi Azimuth pada Frekuensi 1,8 GHz	34
Gambar 3.18 Pola Radiasi Azimuth pada Frekuensi 2,45 GHz	34
Gambar 3.19 Pola Radiasi Azimuth pada Frekuensi 5,25 GHz	34

Gambar 3.20 Pola Radiasi Elevasi pada Frekuensi 1,8 GHz	35
Gambar 3.21 Pola Radiasi Elevasi pada Frekuensi 2,45 GHz	35
Gambar 3.22 Pola Radiasi Elevasi pada Frekuensi 5,25 GHz	35
Gambar 4.1 Hasil Fabrikasi Antena Monopole <i>Multiband</i>	37
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Antena Monopole <i>Multiband</i>	38
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran VSWR Antena Monopole <i>Multiband</i>	39
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Impedansi Antena Monopole <i>Multiband</i>	40
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Sudut <i>Azimuth</i> pada Frekuensi 1,8 GHz Antena Monopole <i>Multiband</i>	43
Gambar 4.6 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Sudut <i>Azimuth</i> pada Frekuensi 2,45 GHz Antena Monopole <i>Multiband</i>	43
Gambar 4.7 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Sudut <i>Azimuth</i> pada Frekuensi 5,25 GHz Antena Monopole <i>Multiband</i>	44
Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Sudut <i>Elevasi</i> pada Frekuensi 1,8 GHz Antena Monopole <i>Multiband</i>	44
Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Sudut <i>Elevasi</i> pada Frekuensi 2,45 GHz Antena Monopole <i>Multiband</i>	45
Gambar 4.10 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Sudut <i>Elevasi</i> pada Frekuensi 5,25 GHz Antena Monopole <i>Multiband</i>	45
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> pada Frekuensi 1,8 GHz	46
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> pada Frekuensi 2,45 GHz	46
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> pada Frekuensi 5,25 GHz	47
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran VSWR pada Frekuensi 1,8 GHz	47
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran VSWR pada Frekuensi 2,45 GHz	48
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran VSWR pada Frekuensi 5,25 GHz	48
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran Pola Radiasi <i>Azimuth</i> pada Frekuensi 1,8 GHz	49

Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Azimuth pada Frekuensi 2,45 GHz	50
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Azimuth pada Frekuensi 5,25 GHz	50
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi pada Frekuensi 1,8 GHz	51
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi pada Frekuensi 2,45 GHz	51
Gambar 4.22 Grafik Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Elevasi pada Frekuensi 5,25 GHz	52



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Dimensi Antena	24
Tabel 3.2 Perubahan Modifikasi Dimensi L_3	27
Tabel 3.3 Perubahan Modifikasi Dimensi L_6	28
Tabel 3.4 Perubahan Modifikasi Dimensi L_7	30
Tabel 3.5 Perbandingan Dimensi Antena	31
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Gain pada Frekuensi 1,8 GHz	41
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Gain pada Frekuensi 2,45 GHz	41
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Gain pada Frekuensi 5,25 GHz	42
Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran	53

DAFTAR SIMBOL

Ω	Ohm
ϵ_r	Permitivitas relatif bahan substrat
h	Ketebalan bahan substrat
L	Panjang <i>patch</i>
W	Lebar <i>patch</i>
c	Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
λ	Panjang gelombang
f	Frekuensi resonansi antena
t	Ketebalan <i>patch</i>
Z_0	Impedansi antena
a	Lebar strip
b	Jarak antar <i>ground</i>
ϵ_{eff}	Permitivitas relatif efektif
$\epsilon_{eff,t}$	Permitivitas relatif efektif yang bergantung pada ketebalan konduktor
Z_A	Impedansi masukan
R_A	Resistansi antena
X_A	Reaktansi antena
R_r	Resistansi radiasi antena
R_L	Resistansi rugi-rugi
Γ	Koefisien refleksi tegangan
f_H	Frekuensi tertinggi
f_L	Frekuensi terendah
G	<i>Gain</i>
η	Efisiensi antena
D	<i>Direktivitas</i> antena
$^\circ$	Derajat